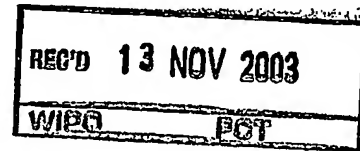


Rec'd PST/PTG 10 MAY 2005

PCT/IB 03 / 04880

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND 05. 11. 03

101534655



**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung
einer Patentanmeldung**

Aktenzeichen: 102 53 085.8

Anmeldetag: 13. November 2002

Anmelder/Inhaber: Philips Intellectual Property & Standards GmbH,
Hamburg/DE
(vormals: Philips Corporate Intellectual Property GmbH)

Bezeichnung: Phasenkomparator

IPC: H 03 L, H 03 K

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 30. September 2003
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

**PRIORITY
DOCUMENT**

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

PhorT

BEST AVAILABLE COPY

ZUSAMMENFASSUNG

Phasenkomparator

Ein Phasenkomparator, insbesondere für eine PLL-Schaltung, vergleicht die Phasenlage von Eingangssignalen durch Auswertung deren Flanken und erzeugt ein Regelsignal.

- 5 Um das Regelsignal gegen Störungen der Eingangssignale unempfindlich zu machen, ist eine Zusatzschaltung (4,5) vorgesehen, die weitere, andere Flanken der Eingangssignale (SIG, COMP) auswertet und daraus zusätzliche Reset-Signale für die Regelsignale (UP, DOWN) erzeugt.

10 (Figur 4)

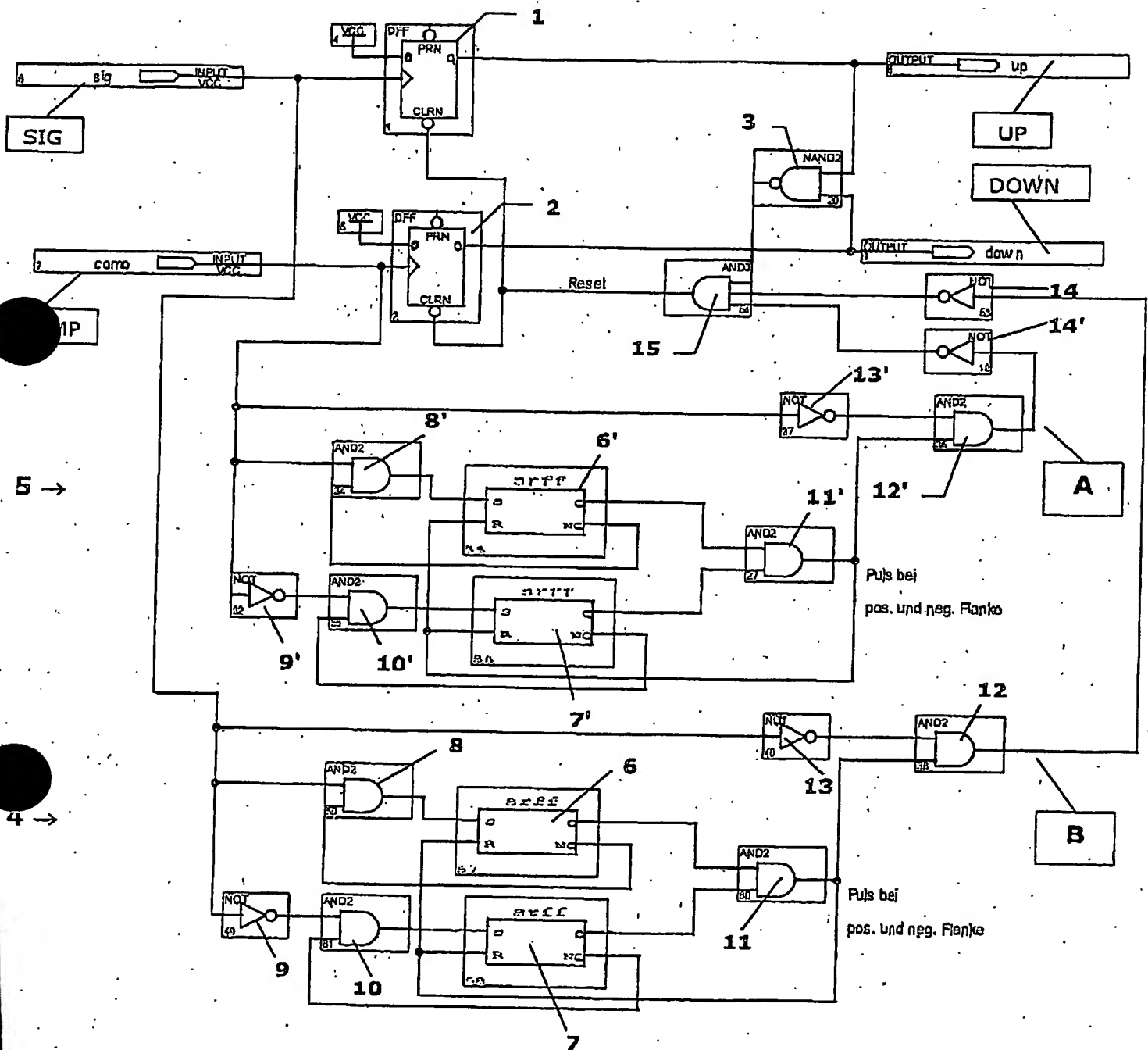


Fig. 4

BESCHREIBUNG

Phasenkomparator

Die Erfindung betrifft einen Phasenkomparator mit den Merkmalen des Oberbegriffs des Patentanspruchs 1.

5

In PLL-Bausteinen, beispielsweise 74HCT9046, ist ein Phasenkomparator integriert. Dieser erzeugt ein Regelsignal, wenn die Nulldurchgänge zweier Eingangssignale nicht synchron erfolgen. Diese Funktion wird beispielsweise dazu genutzt, die Arbeitsfrequenz bei resonant betriebenen Geräten so zu verändern, dass die Geräte immer in Resonanz betrieben werden, auch wenn sich durch Umgebungseinflüsse, wie Temperatur, elektrische und/oder mechanische Lasten, die Resonanzfrequenzen ändern.

10

Typische Geräte, die in Resonanz betrieben werden, sind Gyroskope als Beschleunigungsaufnehmer, beispielsweise in Videokameras, frequenzanaloge Sensoren für Druck, Kraft und Temperatur im Automobilbereich, oder Kleinantriebe, wie Piezomotoren in der Halbleiterindustrie oder in Druckern.

15

Bei Verwendung bekannter Phasenkomparatoren in PLL-Bausteinen tritt in der Praxis immer wieder der Fall auf, dass die Regelung bei Störimpulsen außer Tritt gerät, wodurch die Geräte versagen.

20

PLL-Schaltungen, die einen Resetimpuls zur Synchronisation verwenden, sind in der US 6 066 988, der US 6 154 508 und der US 6 252 444 beschrieben. Aus der US 6 222 420 ist eine PLL-Schaltung bekannt, bei der eine Resetstufe die Synchronisations-Erholungszeit minimiert.

25

Aufgabe der Erfindung ist es, einen Phasenkomparator der eingangs genannten Art vorzuschlagen, dessen Regelsignal (Up-/Down-Signal) auch bei gestörtem Eingangssignal nicht dauerhaft außer Tritt fällt.

Erfindungsgemäß ist obige Aufgabe durch die Merkmale des kennzeichnenden Teils des Patentanspruchs 1 gelöst. Dadurch, dass nicht nur die steigenden Flanken der Eingangssignale, sondern auch die abfallenden Flanken der Eingangssignale zur Gewinnung eines Resetsignals ausgewertet werden, ist vermieden, dass bei einer Störung des oder
5 der Eingangssignale das Regelsignal falsch wird.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen und der folgenden Beschreibung. In der Zeichnung zeigen:

10 Figur 1 ein Phasenkomparator nach dem Stand der Technik,

Figur 2a ein Zeitdiagramm, wobei das SIG-Signal vor dem COMP-Signal auftritt und keines der Signale gestört ist,

15 Figur 2b ein Zeitdiagramm, wobei das SIG-Signal nach dem COMP-Signal auftritt und keines der Signale gestört ist,

Figur 3a ein Zeitdiagramm, wobei das SIG-Signal vor dem COMP-Signal auftritt und beispielsweise ein SIG-Signalimpuls ausgefallen ist,

20

Figur 3b ein Zeitdiagramm, wobei das SIG-Signal vor dem COMP-Signal auftritt und ein COMP-Signalimpuls ausgefallen ist,

Figur 3c ein Zeitdiagramm, wobei das SIG-Signal nach dem COMP-Signal auftritt und
25 ein SIG-Signalimpuls ausgefallen ist,

Figur 3d ein Zeitdiagramm, wobei das SIG-Signal nach dem COMP-Signal auftritt und ein COMP-Signalpuls ausgefallen ist,

30 Figur 4 ein Blockschaltbild eines verbesserten Phasenkomparators,

Figur 5a ein Zeitdiagramm zu Figur 4, wobei das SIG-Signal nach dem COMP-Signal auftritt und ein SIG-Signalimpuls ausgefallen ist und

- 5 Figur 5b ein Zeitdiagramm zu Fig. 4, wobei das SIG-Signal vor dem COMP-Signal auftritt und ein SIG-Signalimpuls ausgefallen ist.

Ein Phasenkomparator nach Figur 1, wie er beispielsweise in einem PLL-Baustein, beispielsweise 74HCT9046, verwendet ist, arbeitet mit zwei D-Flip-Flops 1,2 und
10 einem NAND-Gatter 3 an den Reseteingängen der Flip-Flops 1,2. Der Phasenkomparator erzeugt entsprechend der gegenseitigen zeitlichen Lage eines ersten Eingangssignals, SIG-Signal, und eines zweiten Eingangssignals, COMP-Signal, ein UP-Signal und ein DOWN-Signal als Regelsignal. Die steigenden Flanken der Eingangssignale werden zum Setzen bzw. Rücksetzen des UP-Signals bzw. des DOWN-Signals ver-
15 wendet, wobei die erste steigende Flanke eine Art Set-Impuls generiert und die zweite steigende Flanke des jeweils anderen Signals den dazugehörigen Reset-Impuls generiert.

Die Figuren 2a, 2b, 3a, 3b, 3c, 3d zeigen Signalverläufe bei einer gegenüber Figur 1
20 invertierten Logik, wie sie bei der Schaltung nach Figur 4 - ohne Zusatzschaltungen - gegeben ist.

Figur 2a und Figur 2b zeigen den störungsfreien Betrieb, bei dem das SIG-Signal und das COMP-Signal regelmäßig auftreten. Im Beispiel der Figur 2a liegt die steigende
25 Flanke a des SIG-Signals jeweils vor der steigenden Flanke b des COMP-Signals. Mit der steigenden Flanke a wird das UP-Signal gesetzt und mit der steigenden Flanke b zurückgesetzt. Es ergibt sich die Impulsform P1. Das DOWN-Signal wird mit der steigenden Flanke b zwar gesetzt, jedoch sofort wieder zurückgesetzt, weil das SIG-Signal auf H steht. Dies ist durch die Impulsform P2 dargestellt.

30

In Figur 2b sind die Verhältnisse umgekehrt. Das SIG-Signal erscheint nach dem COMP-Signal. Mit der steigenden Flanke b des COMP-Signals wird das DOWN-Signal gesetzt und mit der folgenden Flanke a des SIG-Signals zurückgesetzt. Dies ergibt die Impulsform P1.

5.

Das UP-Signal wird durch die steigende Flanke a des SIG-Signals gesetzt, jedoch sofort wieder zurückgesetzt, weil das COMP-Signal auf H steht.

Wenn das SIG-Signal und das COMP-Signal gleichzeitig auftreten, haben das UP-Signal und das DOWN-Signal gleiche Breite, nämlich 0 s. Entsprechend des zeitlichen Abstandes der steigenden Flanken a und b ändert sich die Impulsform P1.

10

In den Figuren 3a bis 3d sind die Signale bei Störungsfällen dargestellt, bei denen das Eingangssignal, SIG-Signal oder COMP-Signal, für eine kurze Zeit, beispielsweise für einen Zeitbereich T zwischen etwa 3,0 μ s und 4,0 μ s ausfällt.

15

In Figur 3a und in Figur 3c ist angenommen, dass das SIG-Signal im genannten Zeitbereich ausfällt und in den Figuren 3b und 3d ist angenommen, dass das COMP-Signal im genannten Zeitbereich T ausfällt.

20

In Figur 3a tritt entsprechend Figur 2a das SIG-Signal vor dem COMP-Signal auf. Weil im genannten Zeitbereich T die steigende Flanke des SIG-Signals fehlt, wird das UP-Signal im genannten Zeitbereich nicht gesetzt, sondern nur durch die steigende Flanke des COMP-Signals zurückgesetzt, so dass ein Polaritätswechsel entsteht und nachfolgend im UP-Signal nicht mehr die Impulsform P1, sondern die Impulsform P2 auftritt. Ein entsprechender Phasenwechsel tritt beim DOWN-Signal auf. Weil im genannten Zeitbereich T die steigende Flanke des SIG-Signals fehlt, wird das DOWN-Signal von der steigenden Flanke b des COMP-Signals gesetzt und erst durch die nächste steigende Flanke a des SIG-Signals zurückgesetzt, was die Impulsform P3 ergibt. Diese - unpassende - Impulsform bleibt nachfolgend erhalten. Es entsteht also

30

auch beim DOWN-Signal ein Polaritätswechsel. Der Vergleich der Figur 3a mit der Figur 2a zeigt, dass das UP-Signal und das DOWN-Signal nach dem im genannten Zeitbereich T ausgefallenen SIG-Signal nicht mehr die richtigen Formen haben.

- 5 In Figur 3a wird durch das einmalige Fehlen des SIG-Impulses, der in dieser zeitlichen Abfolge ursprünglich als SET-Impuls für das UP-Signal wirkt, die Wirkung des COMP-Signals von einem Rücksetz-Impuls sowohl für das UP-Signal als auch das DOWN-Signal in einen SET-Impuls für das DOWN-Signal geändert. Entsprechend wirkt die wieder erscheinende positive Flanke des SIG-Signals dann als Reset-Impuls sowohl für
10 das UP-Signals als auch das DOWN-Signal. Daraus ergibt sich der geänderte Signalverlauf beim UP-Signal und beim DOWN-Signal.

- Beim Beispiel der Figur 3b tritt das SIG-Signal vor dem COMP-Signal auf und das COMP-Signal ist im Zeitbereich T ausgefallen. Das UP-Signal und das DOWN-Signal
15 sind zwar im Zeitbereich T gestört, setzen sich danach jedoch wieder richtig (vgl. Fig. 2a) fort, nämlich das UP-Signal mit der Impulsform P1 und das DOWN-Signal mit der Impulsform P2.

- In Figur 3c tritt das SIG-Signal nach dem COMP-Signal auf und das SIG-Signal ist im
20 Zeitbereich T ausgefallen. Das UP-Signal und das DOWN-Signal sind zwar im genannten Zeitbereich T gestört, setzen sich danach jedoch wieder richtig fort, nämlich das UP-Signal mit der Impulsform P2 und das DOWN-Signal mit der Impulsform P1.

- Im Beispiel der Figur 3d ist davon ausgegangen, dass das SIG-Signal nach dem COMP-Signal auftritt und das COMP-Signal ausfällt. Es tritt hier, ähnlich wie im Beispiel der
25 Figur 3a, ein dauerhafter Polaritätswechsel auf, wobei das UP-Signal von der Impulsform P2 auf die Impulsform P3 übergeht und das DOWN-Signal von der Impulsform P1 sich in die Impulsform P2 ändert, obwohl nach wie vor das SIG-Signal nach dem COMP-Signal auftritt.

Ähnliche Polaritätswechsel entstehen auch infolge von Störimpulsen, die eine zusätzliche Flanke auf dem SIG-Signal oder dem COMP-Signal erzeugen. Die dauerhaften Polaritätswechsel des UP-Signals und des DOWN-Signals (vgl. Fig. 3a und Fig. 3d) führen dazu, dass das UP-Signal und/oder das DOWN-Signal in falscher Richtung
5 regeln, so dass im Endergebnis der Phasenregler (PLL-Baustein), der den Phasenkomparator beinhaltet, nicht mehr funktioniert.

Um das Problem der unerwünschten Änderungen des UP-Signals und des DOWN-Signals bei Störungen des SIG-Signals oder des DOWN-Signals zu lösen, um also zu
10 vermeiden, dass die Impulsformsequenz durch fehlende oder zusätzliche Flanken der Eingangssignale nachhaltig gestört wird, werden fallende Flanken, insbesondere alle fallenden Flanken, als zusätzliche Reset-Impulse eingesetzt.

Im Ausführungsbeispiel ist davon ausgegangen, dass in erster Linie die steigenden
15 Flanken der Eingangssignale ausgewertet werden und demnach aus den fallenden Flanken die zusätzlichen Reset-Impulse abgeleitet werden. Bei einer weiteren Ausführung ist es analog umgekehrt möglich, dass primär die fallenden Flanken der Eingangssignale ausgewertet werden und dann aus den steigenden Flanken die zusätzlichen Reset-Impulse abgeleitet werden.

20 Ein Blockschaltbild zur Auswertung der fallenden Flanken als zusätzliche Reset-Impulse zeigt Figur 4. An eine erste Zusatzschaltung 4 ist das SIG-Signal gelegt. An eine zweite Zusatzschaltung 5 ist das COMP-Signal gelegt. Die Zusatzschaltungen 4 und 5 sind einfach mit einem PLL-Baustein zu integrieren und gleich aufgebaut. Jede
25 Zusatzschaltung 4,5 (vgl. Fig. 4) arbeitet mit zwei gekoppelten RS-Flip-Flops 6,7 und Gattern. Bei der Zusatzschaltung 4 liegt das SIG-Signal über ein AND-Gatter 8 am S-Eingang des Flip-Flops 6. Am AND-Gatter 8 liegt der NO-Ausgang des Flip-Flops 6. Das SIG-Signal liegt auch über ein NOT-Gatter 9 und ein AND-Gatter 10 am S-Eingang des Flip-Flops 7. Eingangsseitig liegt am AND-Gatter 10 der NO-Ausgang des
30 Flip-Flops 7.

Die O-Ausgänge beider Flip-Flops 6,7 sind an ein AND-Gatter 11 angeschlossen, das ausgangsseitig mit den R-Eingängen beider Flip-Flops 6,7 und mit einem weiteren AND-Gatter 12 verbunden ist. An das AND-Gatter 12 ist auch das SIG-Signal über ein NOT-Gatter 13 gelegt. Am Ausgang des AND-Gatters 11 tritt ein Impuls bei positiven und negativen Flanken des SIG-Signals auf. Am Ausgang B des AND-Gatters 12 steht ein Signal B an. Das Signal B bildet einen Reset-Impuls, der bei jeder negativen Flanke des SIG-Signals erzeugt wird. Wirksam wird dieser Reset-Impuls jedoch nur dann, wenn das COMP-Signal fehlt. Bei vorhandenem COMP-Signal wirkt ja bereits der Reset-Impuls, der von den beiden steigenden, positiven Flanken des SIG-Signals und des COMP-Signals erzeugt wird. Der nachfolgende Reset-Impuls, der von der negativen Flanke des SIG-Signals generiert wird, versucht einen bereits zurückgesetzten Zustand nochmals zurückzusetzen. Dem AND-Gatter 12 ist ein NOT-Gatter 14 nachgeschaltet.

Die entsprechenden Elemente der gleich aufgebauten Zusatzschaltung 5 sind mit "''" bezeichnet. Am Ausgang des AND-Gatters 11' steht ein Puls bei positiver und negativer Flanke des COMP-Signals an. Am Ausgang des AND-Gatters 12' steht ein Signal A an, das einen Reset-Impuls darstellt, der bei jeder negativen Flanke des COMP-Signals erzeugt wird, jedoch nur wirksam wird, wenn das SIG-Signal fehlt.

Die NOT-Gatter 14,14' und das NAND-Gatter 3 liegen an einem AND-Gatter 15, das ausgangsseitig mit den Reset-Eingängen CLRN der Flip-Flops 1,2 verbunden ist.

Die Figuren 5a und 5b zeigen beispielhaft die Funktionsweise der Schaltung nach Figur 4. In den Figuren 5a und 5b ist gegenüber den Figuren 2a und 2b, Figuren 3a bis 3d zusätzlich zum SIG-Signal, dem COMP-Signal und dem UP-Signal und dem DOWN-Signal auch das an den Reset-Eingängen CLRN anliegende Reset-Signal dargestellt.

In Figur 5a ist entsprechend Figur 3c angenommen, dass das SIG-Signal nach dem COMP-Signal auftritt und das SIG-Signal im oben genannten Zeitbereich T ausfällt.

Ersichtlich treten hier auch bei allen fallenden Flanken c,d des SIG-Signals und des COMP-Signals Reset-Impulse auf. Durch die Reset-Impulse wird im Beispiel der Figur 5a gegenüber dem unkritischen Fall der Figur 3c nichts besonderes erreicht.

- 5 Im Beispielsfall der Figur 5b tritt das SIG-Signal vor dem COMP-Signal auf und das SIG-Signal fällt aus, was dem kritischen Fall der Figur 3a entspricht. Bei Figur 5b treten bei den fallenden Flanken des SIG-Signals und des COMP-Signals Reset-Impulse auf. Diese auch im genannten, kritischen Zeitbereich auftretenden Reset-Impulse führen dazu, dass nach dem genannten Zeitbereich T - im Gegensatz zu Figur 3a - das UP-Signal seine ursprüngliche Impulsform P1 - nach der Störung im genannten Zeitbereich
- 10 wieder annimmt. Ebenso nimmt das DOWN-Signal nach dem genannten Zeitbereich T - nach einer dort auftretenden, vernachlässigbaren Störung durch einen Impuls P4' - wieder die ursprüngliche Impulsform P2 an.
- 15 Beim Beispiel der Figur 5b tritt - auch - bei etwa 5,0 μ s kein Reset-Impuls auf. Der Reset-Impuls bei etwa 4,0 μ s, der von der negativen, fallenden Flanke des COMP-Signals generiert wird, setzt die genannte Logik wieder in den Ausgangszustand. Die Schaltung vergisst, dass eine positive Flanke des COMP-Signals vorhanden war.
- 20 Bei der Schaltung nach Figur 4 generiert bei den Fehlerfällen der Figuren 3b und 3d, in denen das COMP-Signal ausgefallen ist, die fallende Flanke des SIG-Signals in der Zusatzschaltung 4 einen identisch wirkenden Reset-Impuls.

- 25 Tritt bei der Schaltung nach Figur 4 eine sich kritisch auswirkende Störung entsprechend Figur 3d auf, dann ergibt sich auch dabei, dass die ursprünglichen Impulsformen P1 bzw. P2 nach dem Zeitbereich, in dem die Störung auftrat, wieder ihre ursprüngliche Form annehmen. Es kommt bei kurzzeitigen Störungen der Eingangssignale also nicht zu einer nachhaltigen Veränderung des UP-Signals und des DOWN-Signals nach einer Störung.

Wenn beide Eingangssignale ausfallen, dann bleiben das UP-Signal und das DOWN-Signal auf logisch 0 und erzeugen damit keine Wirkung der nachfolgenden Schaltung.

Die Schaltung ist preisgünstig zu realisieren. Denn die positiven, steigenden Flanken werden für die reguläre Funktion des Phasenkomparators verwendet und die negativen, fallenden Flanken werden für die zusätzliche Reset-Funktion verwendet. Die Schaltung ist ebenso preisgünstig zu realisieren, wenn umgekehrt die negativen Flanken für die reguläre Funktion und die positiven Flanken für die zusätzliche Reset-Funktion verwendet werden.

10

Eine Schaltungsvereinfachung gegenüber der Schaltung nach Figur 4 besteht darin, das SIG-Signal und das COMP-Signal über ein ODER-Gatter zu verknüpfen und das daraus resultierende Signal der Zusatzschaltung 4 zuzuführen. Die Zusatzschaltung 5 kann dann entfallen, ohne dass die zusätzliche Reset-Funktion verloren geht; logisch umge-

15

kehrt gilt entsprechendes.

PATENTANSPRÜCHE

1. Phasenkomparator, insbesondere für einen PLL-Baustein, der die Phasenlage eines ersten Eingangssignals mit einem zweiten Eingangssignal durch Auswertung der Flanken der Eingangssignale vergleicht und daraus Reset-Signale erzeugt,
dadurch gekennzeichnet,
5 dass wenigstens eine Zusatzschaltung (4,5) vorgesehen ist, die weitere, andere Flanken des Eingangssignals oder der Eingangssignale (SIG, COMP) auswertet und daraus zusätzliche Reset-Signale (CLRN) für das oder die Regelsignale (UP, DOWN) erzeugt.
- 10 2. Phasenkomparator nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Phasenkomparator die Regelsignale an den steigenden/ fallenden Flanken (a,b) der Eingangssignale (SIG, COMP) gewinnt und dass die Zusatzschaltung (4,5) die zusätzlichen Reset-Signale (CLRN) aus den fallenden/steigenden Flanken (c,d)
15 der Eingangssignale (SIG, COMP) ableitet.
3. Phasenkomparator nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass für jedes der beiden Eingangssignale eine eigene Zusatzschaltung (4,5)
20 vorgesehen ist, wobei die eine Zusatzschaltung (4) die Flanken des ersten Eingangssignals (SIG) und die zweite Zusatzschaltung (5) die Flanken des zweiten Eingangssignals (COMP) auswertet.

4. Phasenkomparator nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die eine Zusatzschaltung (4) die steigenden (a) und fallenden (c) Flanken des
einen Eingangssignals (SIG) und die andere Zusatzschaltung (5) die steigenden (b)
5 und fallenden (d) Flanken des anderen Eingangssignals (COMP) auswertet.
5. Phasenkomparator nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Ausgangssignale (A,B) der Zusatzschaltungen (4,5) über ein Gatter (15) an
10 die Reset-Eingänge (CLR_N) von Flip-Flops (1,2) des Phasenkomparators gelegt
sind, wobei am Gatter (15) auch ein Gatter (3) liegt, das mit den Regelsignalen (UP,
DOWN) beaufschlagt ist.
6. Phasenkomparator nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
15 dadurch gekennzeichnet,
dass jede der Zusatzschaltungen (4,5) zwei RS-Flip-Flops (6,7) bzw. (6',7') und
Gatter (8 bis 14) bzw. (8' bis 14') aufweist, die mit der PLL-Schaltung integriert
sind.
- 20 7. Phasenkomparator nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet,
dass an die Zusatzschaltung (4 oder 5) beide Eingangssignale (SIG-COMP) über ein
ODER-Gatter gelegt sind.

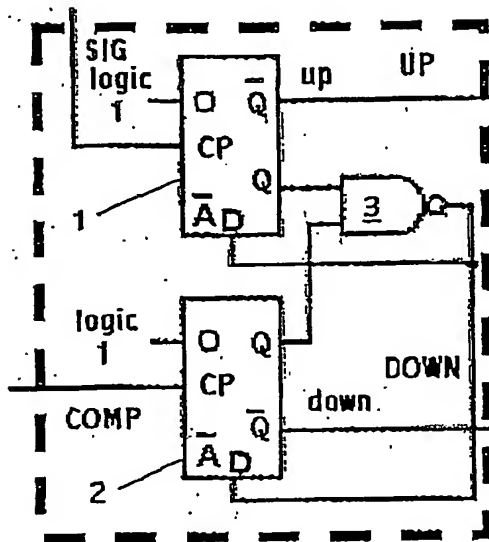


Fig. 1

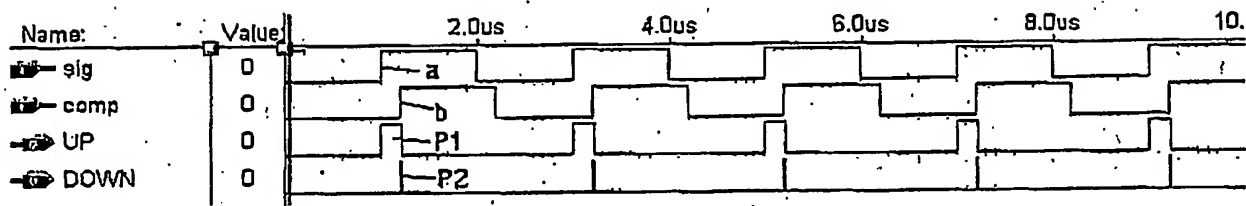


Fig. 2a

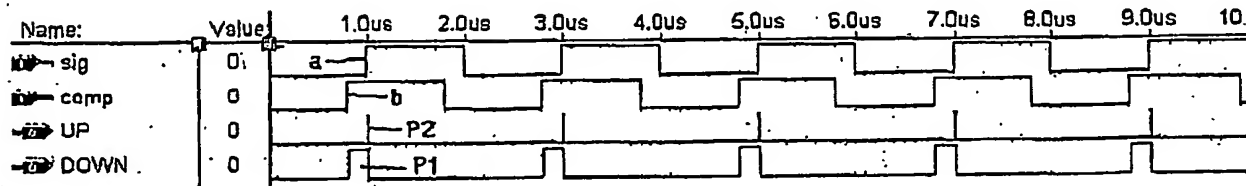


Fig. 2b

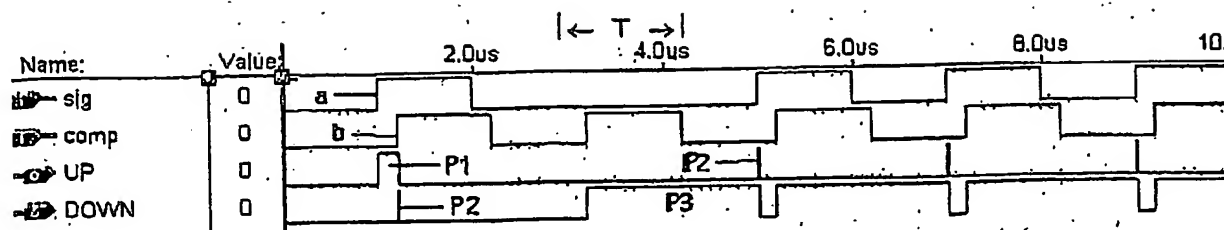


Fig. 3a

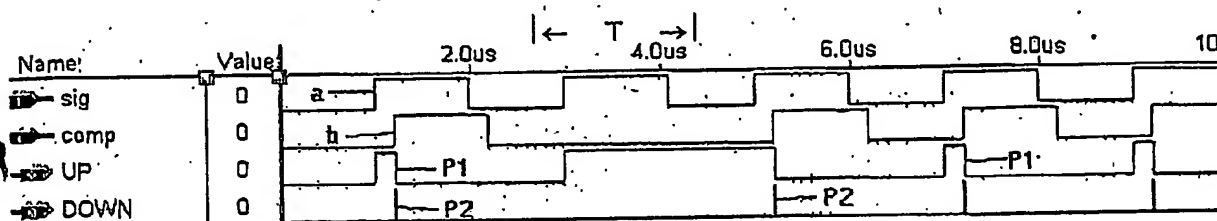


Fig. 3b

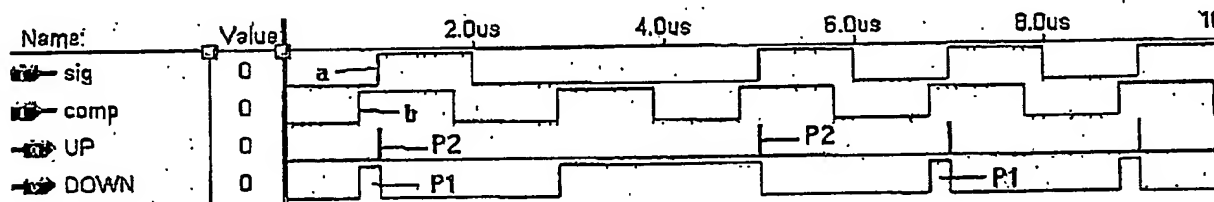


Fig. 3c

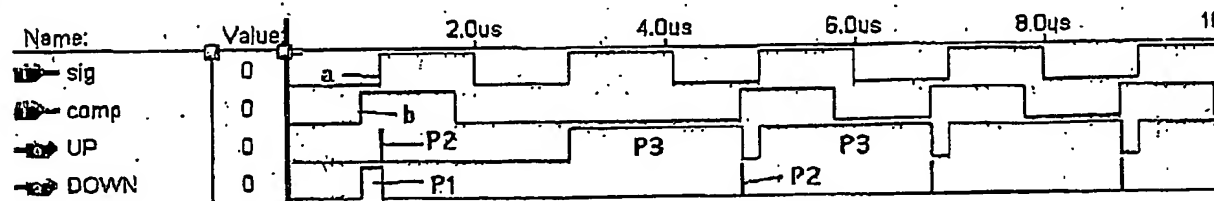


Fig. 3d

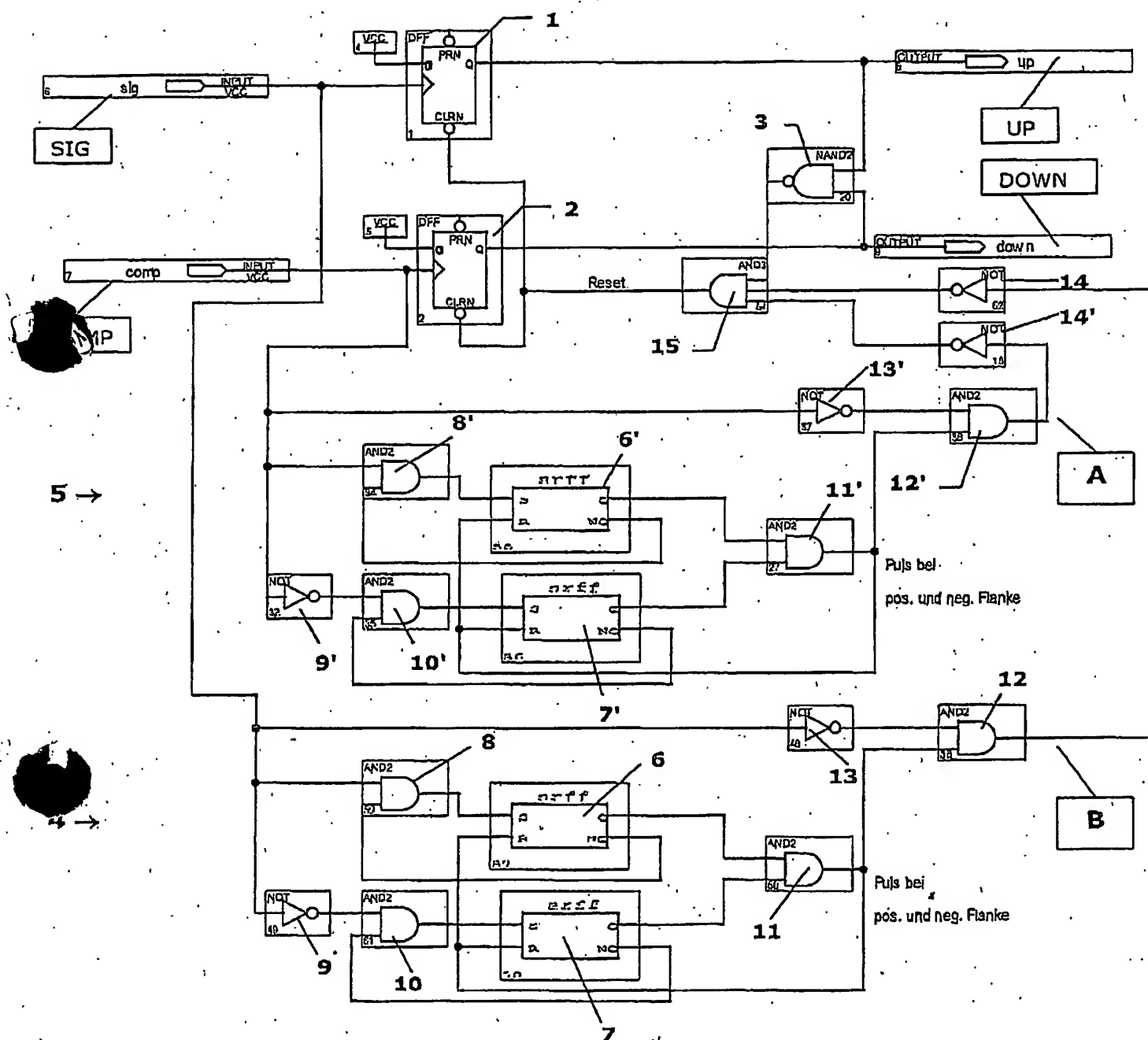


Fig. 4

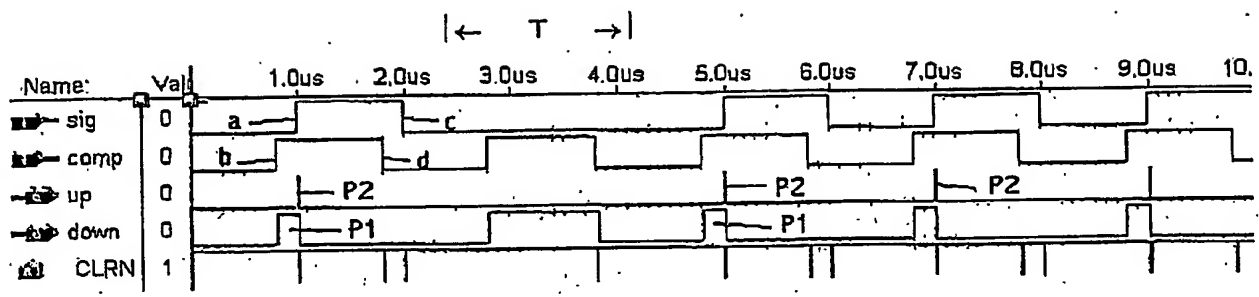


Fig. 5a

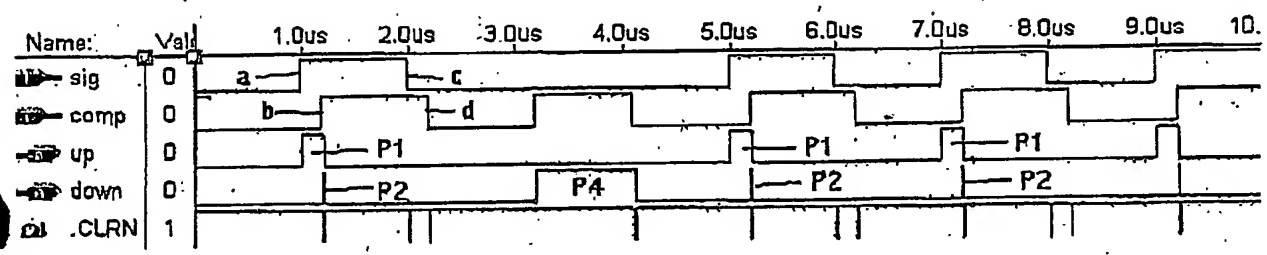


Fig. 5b

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☐ BLACK BORDERS

☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES

☐ FADED TEXT OR DRAWING

☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING

☐ SKEWED/SLANTED IMAGES

☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS

☐ GRAY SCALE DOCUMENTS

☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT

☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY

☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.